




012 Rec'd PCT/PTO 08 DEC 2004

# Verfahren und Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken

**Patent number:** DE19713860  
**Publication date:** 1998-10-08  
**Inventor:** WIEDEMANN GERHARD DIPL  
ING (DE)  
**Applicant:** KUKA SCHWEISSANLAGEN  
GMBH (DE)

**Also published as:**

 WO9845085 (A1)  
 EP0977651 (A1)  
 EP0977651 (B1)

**Classification:**

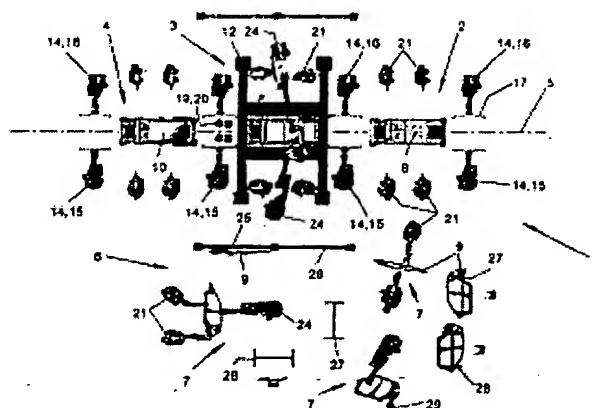
**- international:** B23Q7/14; B21D43/04;  
B23Q39/00; B23Q41/00;  
B23P23/00; B23P21/00;  
B62D65/00  
**- european:** B23P21/00B; B23K37/047;  
B23Q7/14; B23Q41/02; B62D65/00

**Application number:** DE19971013860 19970404

**Priority number(s):** DE19971013860 19970404

**Abstract of DE19713860**

A process and device are disclosed for manufacturing complex parts, in particular car bodies, in a manufacturing plant (1) in which the parts (8) are successively transported along a transfer line (5) through several work stations (2, 3, 4) and machined therein. The parts are transported between the work stations (2, 3, 4) by robot-assisted transport units (14) which preferably consist each of at least two transfer robots (15, 16) arranged on either side of the transfer line (5). The transfer robots (15, 16) lift the parts (9) in a



synchronous motion from one work station (2, 3) to the adjacent work station (3, 4) and position it therein. After transporting the parts (8), the transport units (14) can change tools and carry out other machining operations on the parts (8).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 13 860 A 1

21 Aktenzeichen: 197 13 860.8  
22 Anmeldetag: 4. 4. 97  
43 Offenlegungstag: 8. 10. 98

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 23 Q 7/14  
B 21 D 43/04  
B 23 Q 39/00  
B 23 Q 41/00  
B 23 P 23/00  
B 23 P 21/00  
B 62 D 65/00

DE 197 13 860 A 1

71 Anmelder:  
Kuka Schweißanlagen GmbH, 86165 Augsburg, DE

74 Vertreter:  
Ernicke und Kollegen, 86153 Augsburg

72 Erfinder:  
Wiedemann, Gerhard, Dipl.-Ing. (FH), 86836  
Graben, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 41 00 477 C2  
DE 37 20 175 C2  
DE 35 06 314 C2  
DE 32 43 335 C2  
DE 195 23 294 A1  
DE 195 05 622 A1  
DE 41 42 121 A1  
DE 38 23 947 A1

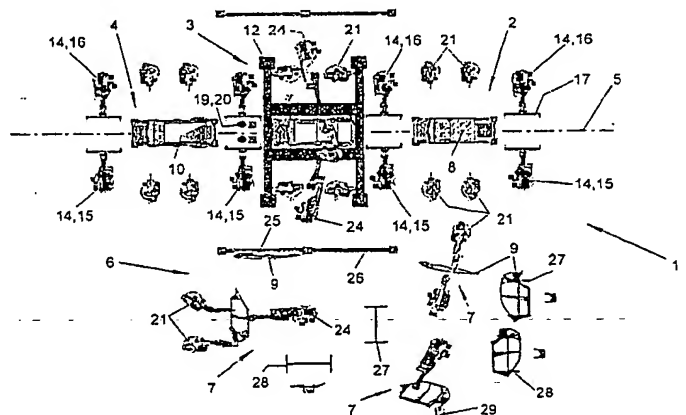
DE 36 06 058 A1  
DE 92 11 841 U1  
DE 91 05 490 U1  
DE 44 45 563 U1  
DD 2 71 869 A1  
FR 27 12 833 A1  
GB 22 60 717 A  
US 43 10 958  
EP 05 79 160 B1  
EP 02 13 033 A1  
WO 94 19 145 A1

FILI, Wolfgang: Roboter sorgen für individuelles  
Abstapeln. In: VDI nachrichten, Nr. 42,  
21. Okt. 1994, S.23;  
LEIN, G.: Verkettung von Pressen mit  
Industrierobotern. In: Zwf 89, 1994, 9, S.423-425;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken, insbesondere Fahrzeugkarosserien, in einer Fertigungsanlage (1). Die Werkstücke (8) werden dort entlang einer Transferlinie (5) nacheinander durch mehrere Arbeitsstationen (2, 3, 4) transportiert und dort bearbeitet. Zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) erfolgt der Transport durch roboterunterstützte Transporteinheiten (14), die vorzugsweise jeweils aus mindestens zwei beidseits der Transferlinie (5) angeordneten Transferrobotern (15, 16) bestehen. Die Transferroboter (15, 16) heben die Werkstücke (8) in einer abgestimmten synchronen Bewegung von einer Arbeitsstation (2, 3) in die benachbarte Arbeitsstation (3, 4) über und positionieren sie dort. Die Transporteinheiten (14) können nach dem Transport das Werkzeug wechseln und andere Bearbeitungsvorgänge an den Werkstücken (8) durchführen.



DE 197 13 860 A 1

772-1008  
-843

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, in einer Fertigungsanlage mit den Merkmalen in Oberbegriff des Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruches.

In der Praxis ist eine solche Fertigungsanlage als sogenannte Transferanlage bekannt. Sie besteht aus mehreren entlang einer Transferlinie angeordneten Arbeitsstationen, zwischen denen die Karosserieteile taktweise transportiert werden. Als Transportmittel kommt ein Hubshuttle zum Einsatz, das sich in einer geraden Bahn durch die Arbeitsstationen erstreckt. Das Hubshuttle zwingt alle Arbeitsstationen zum gleichen Arbeits- und Fördertakt und erfordert außerdem gleichmäßige Stationsabstände aufgrund der konstanten Hublänge. Die bekannten Fertigungsanlagen sind dadurch in ihrer Funktion und Kapazität beschränkt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Ausbildung und Funktion der bekannten Fertigungsanlagen zu verbessern.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Die Erfindung sieht vor, das Hubshuttle durch roboterunterstützte Transporteinheiten zu ersetzen. Der Werkstücktransport kann dadurch wesentlich flexibler erfolgen. Dies ermöglicht zum einen variable Förder- und Arbeitstakte der Arbeitsstationen und zum anderen eine wesentlich höhere Flexibilität in der Handhabung der Werkstücke. Mit dem bekannten Hubshuttle waren nur gerade Transportbewegungen möglich, wobei auch bestimmte Hubhöhen und entsprechende Positionsvorgaben in den Arbeitsstationen eingehalten werden mußten. Diese Beschränkungen bestehen bei den erfindungsgemäßen Transporteinheiten nicht mehr. Vielmehr können die Förderhublängen und auch die Bewegungen von Station zu Station völlig unterschiedlich sein. Dabei lassen sich die Werkstücke auch wesentlich flexibler als bisher positionieren, indem sie z. B. gekippt, gedreht oder in sonstiger Weise in ihrer Position während des Transportes und bei der Aufnahme bzw. Ablage verändert werden können. Mit der erfindungsgemäßen Transporttechnik kann auch Platz gespart werden, weil die Arbeitsstationen enger aneinander rücken können und außerdem nicht mehr in einer exakt geraden Transferlinie angeordnet sein müssen. Die Transferlinie kann vielmehr beliebige Formen haben.

In der bevorzugten Ausführungsform bestehen die Transporteinheiten aus zwei oder mehr beidseits der Transferlinie zwischen den Arbeitsstationen angeordneten Transportrobotern mit geeigneten Transportwerkzeugen. Diese arbeiten in einer abgestimmten und vorzugsweise synchronen Transportbewegung. Sie fassen die Werkstücke beidseits und geben sie von einer Arbeitsstation in die benachbarte.

Bei dem derzeitigen Stand der Robotertechnik ist die erfindungsgemäße Transporttechnik nicht nur schneller und flexibler, sondern auch kostengünstiger und damit wirtschaftlicher als die vorbekannten Konstruktionen. Hinzu kommt, daß die Transportroboter während des Arbeitstaktes der Arbeitsstationen zusätzliche Aufgaben übernehmen können, indem sie z. B. Bearbeitungsvorgänge an Werkstück durchführen. Die Transportroboter können dadurch wesentlich besser ausgelastet werden, was die Wirtschaftlichkeit noch weiter steigert. Außerdem können die zwischen den Arbeitsstationen positionierten Transportroboter besonders gut die bearbeitungskritischen Front- und Heckbereiche der Werkstücke erreichen.

In weiterer Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß sich an ein oder mehrere Arbeitsstationen ein- oder beidseitig Teilefertigungsbereiche anschließen, in denen Werk-

stückteile als Baugruppen oder Einzelteile hergestellt und den angeschlossenen Arbeitsstationen übergeben werden. Dies ermöglicht eine besonders komplexe Fertigungsanlage, die auch höchsten Anforderungen an Präzision und Flexibilität in der Fertigungstechnik gerecht wird. In Interesse einer hohen Flexibilität werden die bereitgestellten Werkstücke über Spannrahmen mit Zuführrobotern zugeführt, die zugleich eine exakte Positionierung und Spannung dieser Werkstücke innerhalb der Arbeitsstation ermöglichen.

Die Spannrahmen können zur Neubestückung in die Teilefertigungsbereiche zurückgeführt werden. Alternativ können sie aber auch am Werkstück verbleiben und mit diesem in die nächste und eventuell weitere Arbeitsstationen transportiert werden. Die Spannrahmen können dabei außerdem als Transportwerkzeug benutzt werden.

In der bevorzugten Ausführungsform sind alle Arbeitsstationen und vorzugsweise auch alle Teilefertigungsbereiche komplett mit Robotern ausgerüstet, die sämtliche Transport- und Handhabungsaufgaben mit den Werkstücken und deren Teilen durchführen.

Die erfindungsgemäße Fertigungstechnik ist besonders für hochkomplexe Werkstücke, wie Rohkarosserien von Fahrzeugen vorgesehen und geeignet. Entlang der Transferlinie wird dabei vorzugsweise die Bodengruppe transportiert und nach und nach in sich aufgerüstet sowie mit den zusätzlichen Karosserieteilen und Baugruppen, wie Seitenwänden, Dach etc. ergänzt und zu einer komplettierten Rohkarosserie geheftet und fertig geschweißt.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Fertigungsanlage mit mehreren Arbeitsstationen und Teilefertigungsbereich im Ausschnitt,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung der Fertigungsanlage von Fig. 1,

Fig. 3 eine vergrößerte Ausschnittsdarstellung von 2 Arbeitsstationen in perspektivischer Darstellung,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Anordnung von Fig. 3 aus einem anderen Blickwinkel,

Fig. 5 eine Stirnansicht einer Arbeitsstation entlang der Transferlinie beim Arbeitstakt und

Fig. 6 eine Variante zu Fig. 5 in der Darstellung beim Fördertakt.

Fig. 1 zeigt in der Draufsicht und in einem Ausschnitt eine Transferanlage (1), die aus mehreren Arbeitsstationen (2, 3, 4) und ggf. aus ein oder mehreren Teilefertigungsbereich (6) besteht. Der Übersicht halber sind nur einige Arbeitsstationen und nur ein Teilefertigungsbereich dargestellt.

Die Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind entlang einer Transferlinie (5) angeordnet, die sich als gedankliche und richtungsmäßig zu verfolgende Verbindungslinie mitten durch die Stationen (2, 3, 4) erstreckt. Die Transferlinie (5) ist in der gezeigten Ausführungsform gerade; Sie kann aber auch eine abweichende Form haben und z. B. in einem Bogen gekrümmt, über Eck geführt oder in beliebig anderer Weise geformt sein.

Die Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind entlang der Transferlinie (5) hintereinander mit Abstand aufgereiht. Im Zwischenraum zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) befinden sich jeweils roboterunterstützte Transporteinheiten (14), die Werkstücke (8) von Station zu Station transportieren und dabei vorzugsweise in einer Schwenkbewegung überheben.

Die Werkstücke (8) sind hochkomplexe Bauteile, die zudem eine erhebliche Größe und ein hohes Gewicht aufweisen können und entsprechend unhandlich sind. Sie können

von einem Roboter allein kaum gehandhabt werden. Vorzugsweise handelt es sich um Rohkarosserien von Fahrzeugen, die mit einer Bodengruppe beginnend entlang der Transferlinie (5) nach und nach aufgebaut und fertiggestellt werden.

Hierbei werden aus ein oder mehreren ein- oder beidseits der Transferlinie (5) an die Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeschlossenen Teilefertigungsbereichen (6) Werkstückteile, z. B. Karosseriebaugruppen zugeführt und angebaut. Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden Seitenwände (9) und das Dach (10) gefertigt und/oder zugeführt. Die Dachfertigung kann z. B. extern an einer anderen Stelle geschehen. Die Werkstücke (8, 9, 10) sind der Übersichtlichkeit wegen teilweise schematisch angedeutet und nur in Umrissen dargestellt.

In den Arbeitsstationen (2, 3, 4) werden ein oder mehrere unterschiedliche und komplexe Bearbeitungsvorgänge an den Werkstücken (8, 9, 10) durchgeführt. In dem gezeigten Anlagenausschnitt wird z. B. in der Arbeitsstation (2) in einer Vorfertigung die Bodengruppe (8) von ein oder mehreren ein- oder beidseits angeordneten Bearbeitungsrobotern (21) geschweißt oder auf andere Weise bearbeitet. Hierbei können auch Einzelteile zugeführt und montiert werden. In der nächsten Arbeitsstation (3), einer sogenannten Framing-Station, kommen die beiden Seitenwände (9) und das Dach (10) hinzu und werden durch Schweißen geheftet. Die so vorstabilisierte Rohkarosserie wird in der folgenden Arbeitsstation (4) in einem ersten Arbeitsgang ausgeschweißt. Hieran können sich weitere Stationen, z. B. eine Deckungsstation etc. anschließen. Eingangsseitig können vor der Arbeitsstation (2) mit der Vorfertigung weitere Rüst-, Montage- oder sonstige Bearbeitungsstationen angeordnet sein.

Die roboterunterstützten Transporteinheiten (14) sind Zwischenraum zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeordnet. Der Transport erfolgt vorzugsweise in einer Überhebe- und Schwenkbewegung. Innerhalb der Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind die Werkstücke (8) auf geeigneten Werkstückaufnahmen (11) mit Positionierelementen, z. B. Steckdornen oder dergleichen gehalten. Die Werkstücke (8) können dabei selbsttragend sein oder auf Traggerüsten, z. B. Paletten, angeordnet sein. Auf den Werkstückaufnahmen (11) werden dann die Werkstücke (8) direkt oder über die Paletten exakt positioniert.

In der bevorzugten Ausführungsform bestehen die Transporteinheiten (14) aus jeweils zwei oder mehr beidseits der Transferlinie (5) im Zwischenraum angeordneten Transportrobotern (15, 16), die mit geeigneten Transportwerkzeugen (17) ausgerüstet sind. Die Transportroboter (15, 16) sind in ihren Bewegungen und Funktionen beim Werkstücktransport aufeinander abgestimmt und vorzugsweise mit einer gemeinsamen Steuerung (nicht dargestellt) verbunden. Bei der gezeigten geraden Transferlinie (5) bewegen sich die paarweisen Transportroboter (15, 16) synchron.

In Abwandlung der gezeigten Ausführungsform können auch mehr als zwei Transportroboter (15, 16) zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeordnet sein, wobei gegebenenfalls eine Zwischenübergabe und eventuell auch eine Zwischenpositionierung der Werkstücke (8) auf Ablagen stattfindet. Dies kann z. B. bei gekrümmten Transferlinien (5) der Fall sein.

Das Transportwerkzeug (17) besteht beispielsweise aus einem von der Roboterhand horizontal gehaltenen Tragbalken mit hochstehenden Stütz- und Positionierstiften, mit denen das Werkstück (8) in Randbereich an der Unterseite an vorbereiteten Stellen untergriffen, angehoben, in die Nachbarstation gebracht und dort wieder abgesetzt wird.

Entlang der Transferlinie (5) kann der Förder- und Arbeitstakt der Arbeitsstationen (2, 3, 4) variieren. Hierbei könne

gegebenenfalls auch Stau- oder Wartepositionen oder Verzweigungen bzw. Parallelanordnungen von Arbeitsstationen vorgesehen sein. In der gezeigten Anordnung ist der Arbeits- und Fördertakt in den Arbeitsstationen (2, 3, 4) gleich.

5 Variieren können gegebenenfalls auch die Abstände zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4). Außerdem können die Werkstückaufnahmen (11) in den Stationen eine unterschiedliche Form haben. Zum Beispiel können sie Schräglagen, Drehstellungen oder sonstige unterschiedliche Positionierungsmöglichkeiten für das Werkstück (8) haben. Mit diesen variablen Positionierungsmöglichkeiten lassen sich z. B. die Zugangsmöglichkeiten zum Werkstück (8) optimieren. Die Werkstückaufnahmen (11) können außerdem in sich beweglich sein und während des Arbeitstaktes die Positionen für eine weitere Optimierung der Erreichbarkeit ändern.

Die Transportroboter (14, 15) können außer dem Werkstücktransport auch Zusatzaufgaben übernehmen. Zu diesem Zweck sind die Roboterhände mit Wechselkupplungen (18) ausgestattet, die einen Werkzeugtausch erlauben. Im Arbeitsbereich, vorzugsweise in Zwischenraum zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind dann ein oder mehrere Magazine (20) für Wechselwerkzeuge (19), z. B. Schweißwerkzeuge, angeordnet. Fig. 1 verdeutlicht dies an der Schnittstelle zwischen den Arbeitsstationen (3, 4). Die Transportroboter (15, 16) können dann während des Arbeitstaktes der Station die Heck- und/oder Frontpartie des Werkstückes (8) bearbeiten. Hierbei ist es außerdem möglich, daß die Roboter (15, 16) in beiden benachbarten Arbeitsstationen (3, 4) arbeiten.

30 In der bevorzugten Ausführungsform der Fertigungsanlage (1) werden sämtliche Transport- und Handhabungsaufgaben von Robotern übernommen. Außerdem werden vorzugsweise auch alle Bearbeitungsvorgänge von Robotern durchgeführt. Hierzu sind in den einzelnen Arbeitsstationen (2, 3) sowohl ein oder mehrere Bearbeitungsroboter (21) angeordnet. Außerdem können Zuführroboter (24) vorhanden sein, die extern hergestellte Werkstückteile (9, 10), die z. B. aus einem angeschlossenen Teilefertigungsbereich (6) stammen, an die Arbeitsstationen (2, 3, 4) zuführen.

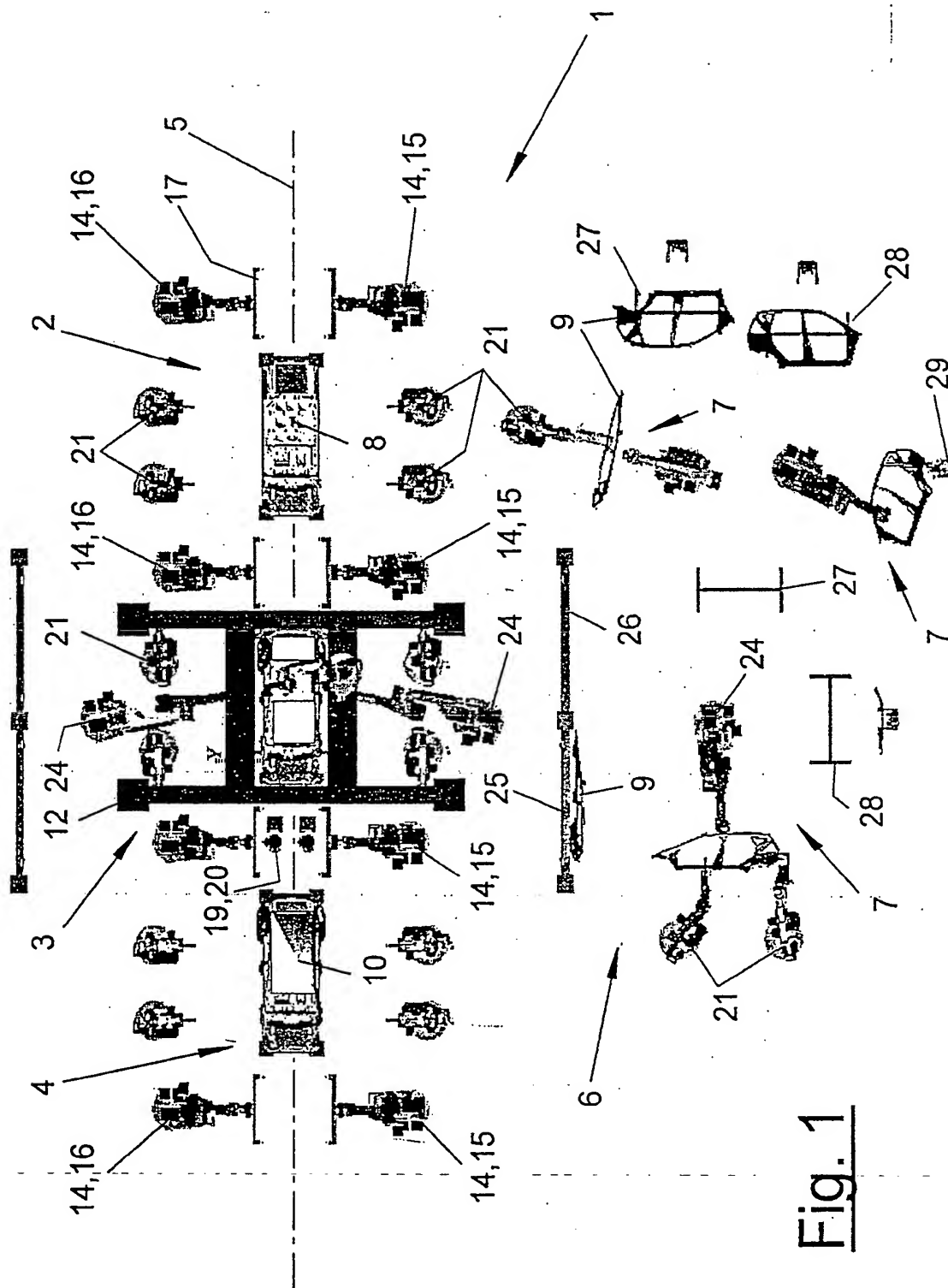
40 Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Heftstation (3) als sogenannte Framing-Station ausgebildet. Sie besitzt eine Stationsrahmen (12), der portalartig ausgebildet ist. Auf den Portal (12) können ein oder mehrere Portalroboter (23) angeordnet sein, die z. B. in der Heftstation das Dach (10) zuführen. Beidseits der Transferlinie (5) sind am Stationsrand Zuführroboter (24) angeordnet, die ebenfalls Werkstückteile (9), hier z. B. die Seitenwände, an die Bodengruppe (8) zuführen und positionieren. Mit Bearbeitungsrobotern (21) werden die Heftschweißungen gesetzt.

50 Die Werkstückteile (9, 10) stammen aus ein oder mehreren ein- oder beidseits der Transferlinie (5) angeordneten Teilefertigungsbereichen (6). In gezeigten Ausführungsbeispiel sind an die Heftstation (3) beidseits zwei Teilefertigungsbereiche (6) für die Seitenwände (9) angeschlossen. Der Übersicht halber ist nur ein solcher Bereich dargestellt.

55 Die Seitenwände (9) werden hierbei über Spannrahmen (25) zugeführt. Die Spannrahmen (25) sind in ein oder mehreren Rahmenaufnahmen (26) lösbar gehalten, die sich an der Schnittstelle zwischen der Arbeitsstation (3) und den Teilefertigungsbereich (6) befinden. An dieser Schnittstelle sind auch jeweils die Zuführroboter (24) angeordnet, die die beladenen Spannrahmen (25) aufnehmen und mitsamt der Seitenwand (9) an die Bodengruppe (8) zustellen und dort positionieren. In ähnlicher Weise können auch die Portalroboter (23) mit dem Dach (10) arbeiten. Fig. 2 und 3 verdeutlichen diese Technik in zwei unterschiedlich großen perspektivischen Ausschnitten.

Die Spannrahmen (25) werden in der Arbeitsstation (3)

- Leerseite -



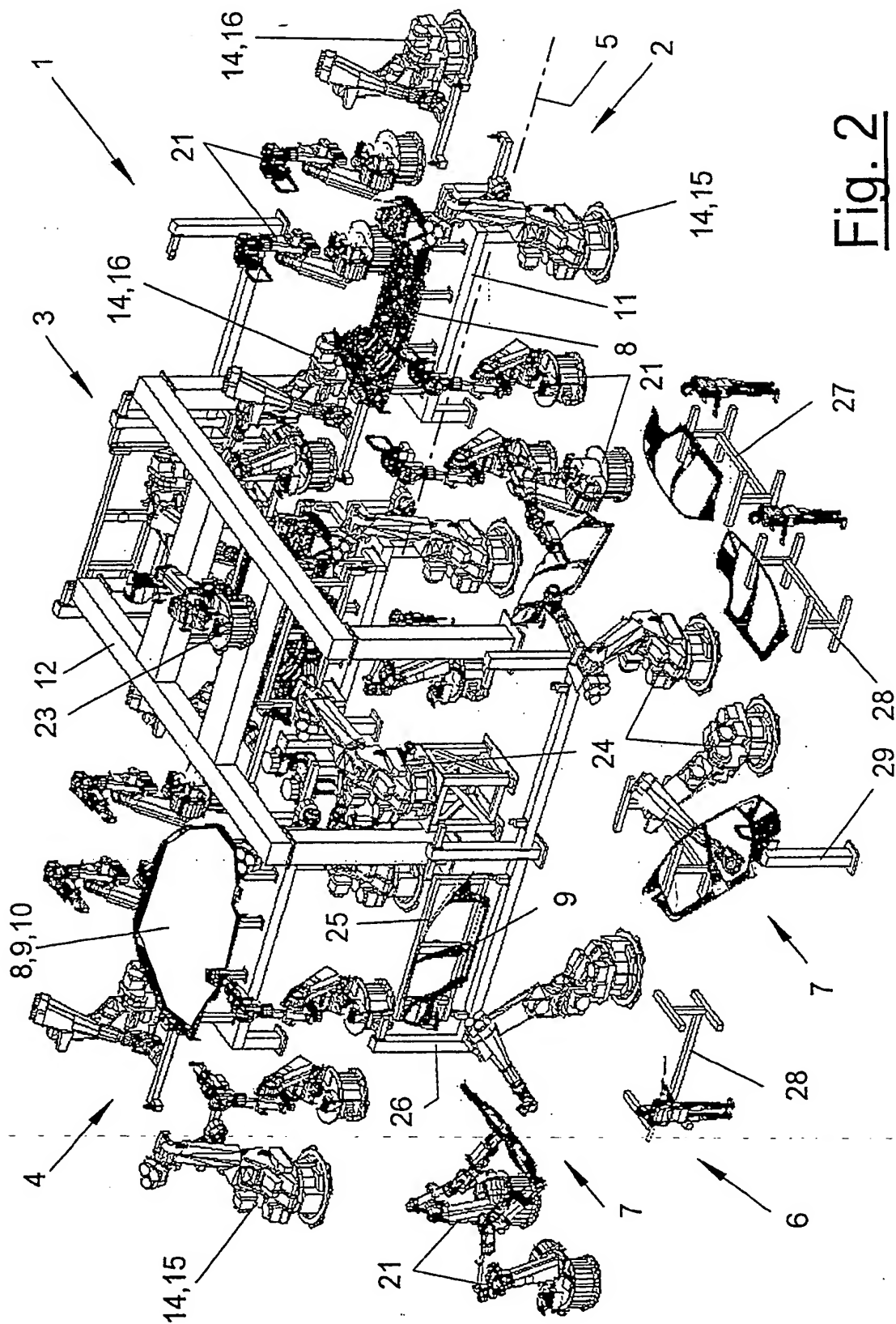
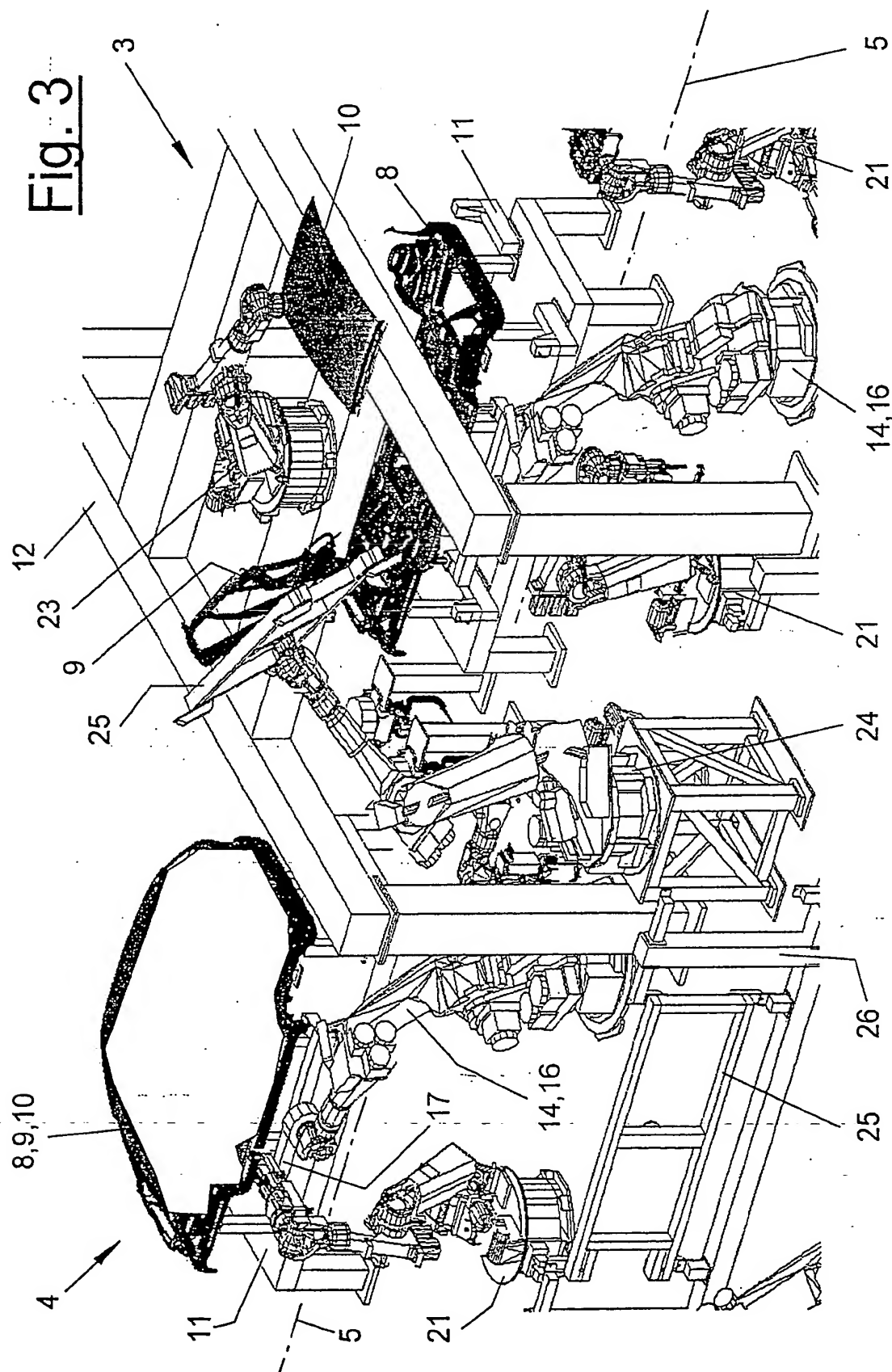


Fig. 2





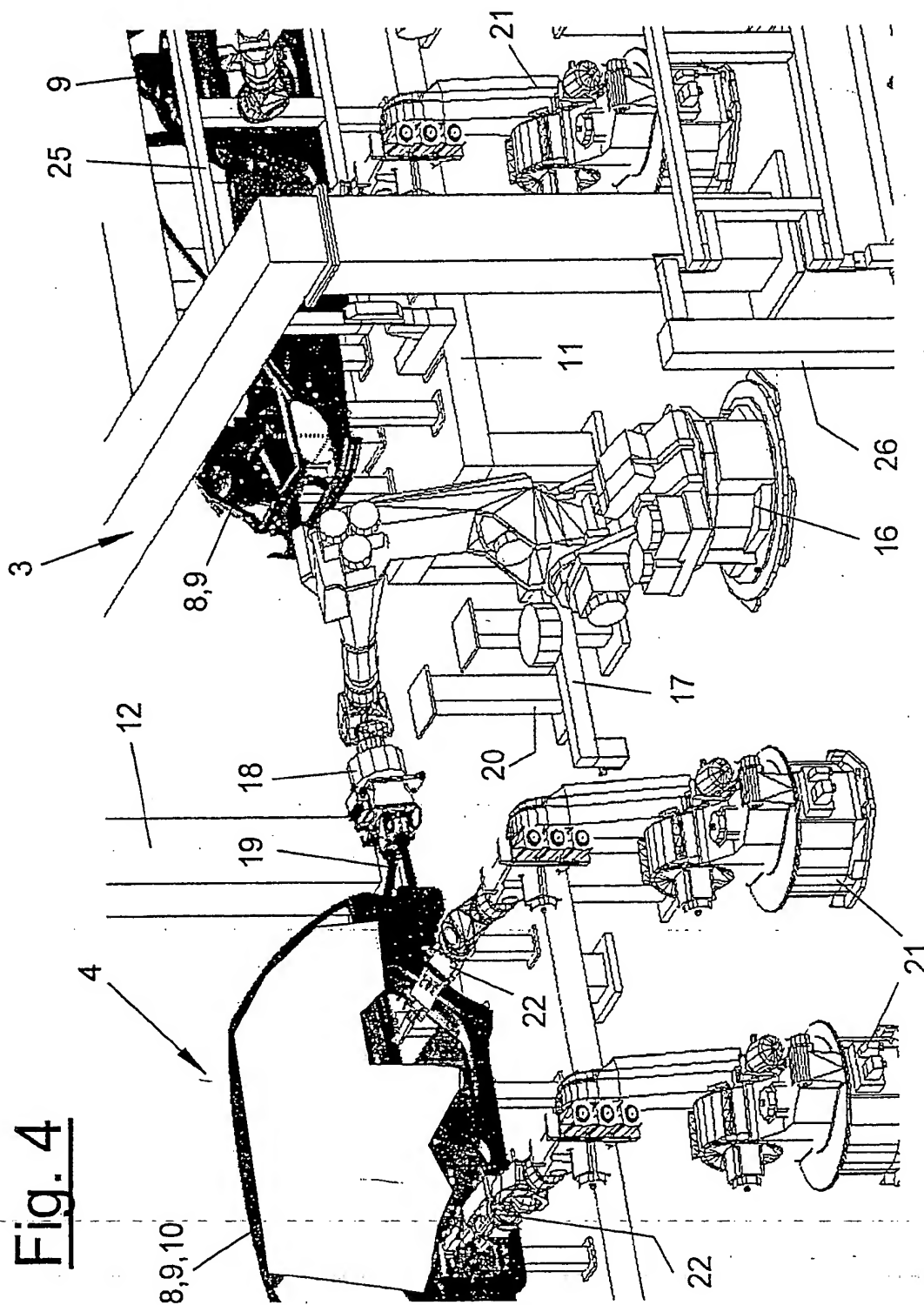


Fig. 4

Fig. 5

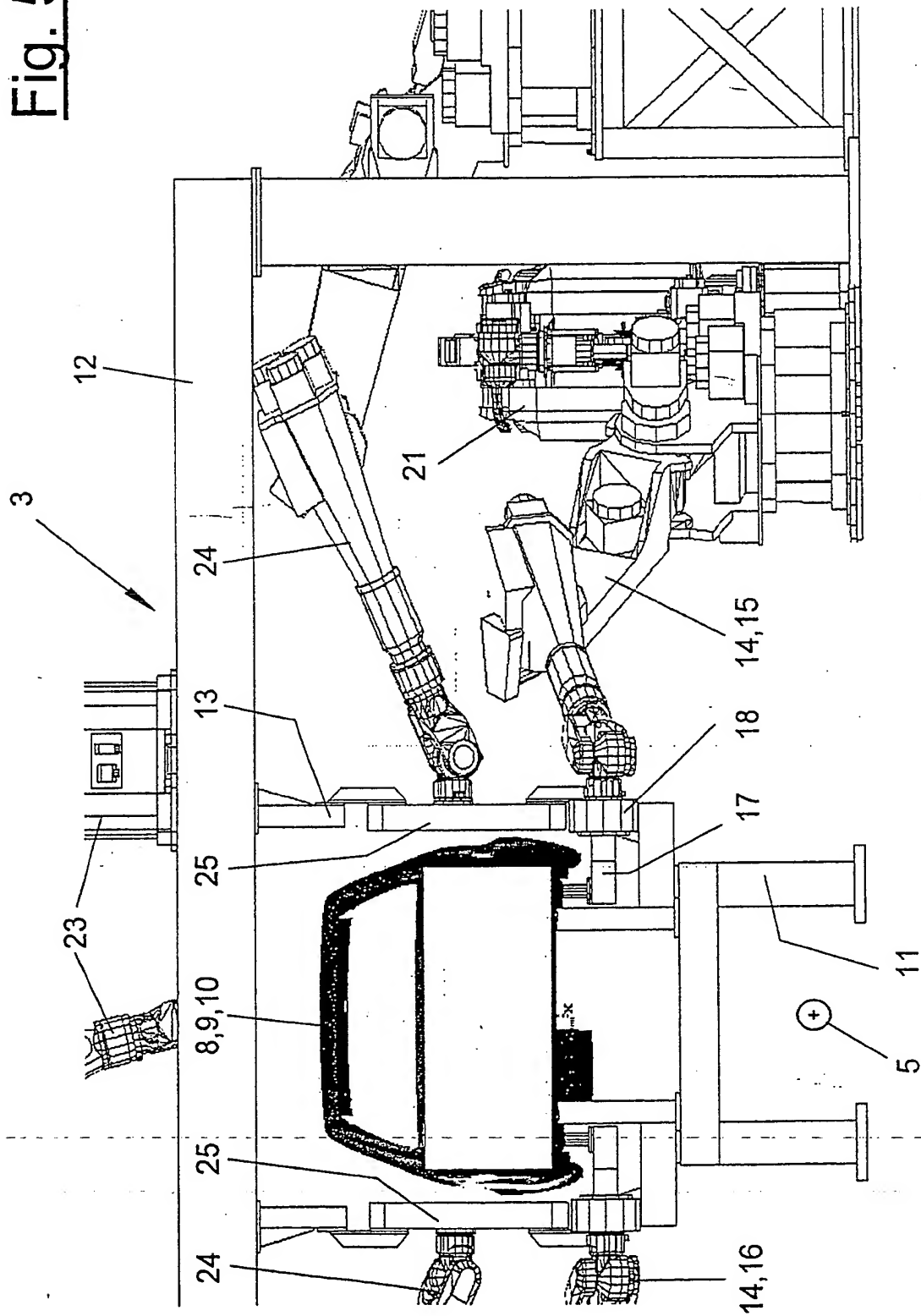


Fig. 6

